

ВИКОРИСТАННЯМ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ФІЗИЧНОМУ ЕКСПЕРЕМЕНТІ З ЯДЕРНОЇ ФІЗИКИ

Микола САДОВИЙ, Євгеній РУДЕНКО

Стаття присвячена проблемі використання новітніх технологій навчання для моделювання фізичного експерименту з квантової фізики.

The article is devoted the problem of the use of the newest technologies of studies for the design of physical experiment from quantum physics.

Ядерна фізика і фізика елементарних частинок відносяться до найбільш складних розділів фізичної науки. Адже дослідження в галузі фізики високих енергій мають на меті вивчення фундаментальної структури речовини і поля, з чого складається за сучасними уявленнями фізичний і біологічний світ. Розуміння природи ядра, взаємодій і взаємоперетворень у ньому — необхідна ланка того, що називають сучасним станом фізичного знання, бо це відповідає сучасному рівню пізнання структури матерії.

Нині в організації та реалізації навчання фізики послідовно використовується діяльнісний підхід. Це означає кардинальний перехід від суто інформаційно-пояснювального характеру викладання, орієнтованого на передачу готових знань, до діяльнісного, спрямованого на розвиток пізнавальних сил і творчих здібностей, способів мислення та діяльності учнів.

Особливу увагу вчитель має приділяти навчальному фізичному експерименту, який є вагомою органічною складовою шкільного курсу фізики й одночасно важливим

методом навчання. Учитель повинен виходити з того, що чітке розуміння учнями експериментального характеру фізичних законів має дуже велике пізнавальне і світоглядне значення: воно робить фізику наукою про природу, а не системою умоглядних побудов; прищеплює думку про межі застосування фізичних законів і теорій, відкриває перспективи подальшого розвитку науки.

У процесі навчання фізичний експеримент слугує одночасно джерелом знань, методом навчання та видом наочності і тому є невід'ємною його складовою. Поряд з цим навчальний експеримент з фізики складає базис шкільного курсу фізики й одночасно є критерієм істинності нових знань, широко використовується як засіб активної навчально-пошукової діяльності учнів. Разом з тим він допомагає реалізувати різноманітні дидактичні цілі, розвивати мислення і самостійність учнів, формувати в кожного школяра активну позицію у навчально-пошуковому процесі і т.п. Тому процес навчання фізики в середніх навчальних закладах завжди спирався і зараз будується на експериментальній основі, тобто на основі спостережень і дослідів із застосуванням спеціально створеного для цього навчального обладнання. Аналіз становлення і розвитку методики фізики як педагогічної науки свідчить, що довгий час навчальний фізичний експеримент зводився до запровадження дослідів, які готував і виконував учитель, а всі учні класу спостерігали за отриманими результатами. Тоді фізичний експеримент був нерозривною частиною у викладанні вчителем навчального матеріалу. [6. с.50-56]

Згодом шкільний фізичний експеримент доповнився дослідями, які виконували учні самостійно на уроці, а потім — і в домашніх умовах. Таким чином, з часом створилася система навчального фізичного експерименту. Зараз ця система завдяки плідній праці багатьох методистів і вчителів охоплює демонстрації вчителя, фронтальні лабораторні заняття учнів, фізичний практикум, експериментальні задачі й вправи, самостійні досліді й спостереження учнів у домашніх умовах. Така система навчального фізичного експерименту являє собою взаємопов'язану сукупність найважливіших дослідних фактів, що складають зміст навчального матеріалу, та експериментальних методів дослідження у галузі фізики й передбачає поступове підвищення ролі самостійної активної пізнавально-пошукової діяльності учнів у процесі оволодіння фізичними знаннями. Це відповідає провідній, панівній концепції на сучасному етапі вдосконалення фізичної освіти.

У науковій літературі досить широко описаний фізичний експеримент з таких розділів фізики, як “Механіка”, “Молекулярна фізика”, “Електрика” та “Оптика”. Але спираючись на наші дослідження, можна стверджувати, що науковий фізичний експеримент з такого розділу фізики, як “Квантова фізика” розроблений недостатньо.

Отже, із сказаного вище слідує необхідність постановки такого питання: створення комплексного експерименту з розділу “Квантова фізика”, який включав би в себе і демонстраційну частину, і дослідницьку, і експериментальні задачі, і можливість виконання експерименту учнями самостійно та навіть в домашніх умовах.

Здійснення цього завдання ускладнюється тим, що основні уявлення та поняття цієї теми мають квантовий характер і тому є досить складними для навчальної практики в середній та вищій школі; більшість основних означень, без яких важко обійтись, до вивчення даної теми не розглядаються.

Слід зважати також і на таку особливість цієї теми, як не просто відсутність демонстрацій і лабораторних робіт, а неможливість здійснення ефективного демонстраційного експерименту. У зв'язку із цим особливого значення набуває використання плакатів, схем і аналогій. А також уявного експерименту, в активізації якого неабияку роль може відіграти персональний ЕОМ.

Із сказаного випливає визначна роль моделей і моделювання. Будь-яке моделювання неможливе без абстрагування ідеалізації і аналогії. Під абстрагуванням

розуміють відвернення від несуттєвих у даному дослідженні властивостей досліджуваного об'єкта або ж відокремлення у об'єкта властивості або сукупності властивостей, котрі повинні стати предметом дослідження.

Ідеалізація — це специфічний вид абстрагування, що полягає у створенні ідеалізованих об'єктів, які не існують у об'єктивній дійсності, але для яких є прообрази в реальному світі. Приклади ідеалізації та їх прообразів, що використовуються у шкільному курсі фізики: ідеальний газ — розріджений газ, матеріальна точка — фізичне тіло, розмірами якого в умовах розглядуваної задачі можна знехтувати і т.п.

Під час застосування методу аналогії (у перекладі з грецької—відповідність, подібність, схожість) фізичне знання, набуте при дослідженні якогось об'єкта (моделі), переноситься на інший, менш доступний для дослідження об'єкт (іншу модель). [13, с. 21]

У навчально-виховному процесі особливо важливим моментом в набутті знань є врахування такої психологічної особливості розумової діяльності, як здатність людини мислити не лише поняттями, а й символами та образами. За урахуванням цих особливостей пізнавальний процес краще організовувати таким чином, щоб оптимально поєднувати в процесі навчання різні види наочності й моделі, поняття і формули. Однак, психіка дитини шкільного віку більше й краще пристосовується до перших аспектів, хоча й мислені образи поряд із поняттями виступають також як об'єктивні феномени в розв'язанні навчально-виховних завдань. До того слід додати, що образи й поняття можуть виникати навіть і тоді, коли самих реальних об'єктів немає. Ця обставина особливо є значущою у зв'язку із ознайомленням старшокласників з об'єктами мікросвіту та основами квантової теорії, яка певною мірою описує поведінку таких об'єктів.

Оскільки під час розкриття властивостей мікросвіту та основних закономірностей поведінки мікрооб'єктів у загальноосвітньому навчальному закладі неможливо повністю повторити історію розвитку фізичної науки, то процес формування знань основ квантової фізики доцільно організовувати як цілеспрямовану навчально-пізнавальну діяльність, що зорієнтована на розвиток теоретичного мислення. [12, с. 70]

Виходячи із усього вище сказаного ми зупинилися на можливості комп'ютерного моделювання фізичних явищ і процесів з розділу “Квантова фізика”. Але саме по собі моделювання окремих фізичних явищ і процесів не може бути ефективним у застосуванні. Тому, спираючись на міркування з точки зору методики викладання фізики, ціл्लю нашої роботи стало створення комплексу змодельованих демонстрацій у вигляді програмного педагогічного засобу.

При виборі програми, в якій можна було б створити рухомі графічні зображення, ми зупинилися на програмі Macromedia Flesh, а точніше на версії цієї програми Macromedia Flesh MX. Ця програма має ряд переваг у порівнянні з іншим можливим програмним забезпеченням:

- 1 – програма Macromedia Flesh MX є русифікованою;
- 2 – у програмі Macromedia Flesh MX використовуються всі види комп'ютерної графіки (растрова, векторна і фрактальна графіка), що дає високі можливості по створенню графічних об'єктів і готові ролики займають мінімум постійної пам'яті;
- 3 – при роботі у програмі Macromedia Flesh MX вистачить навіть малопотужного персонального комп'ютера і не великого об'єму вільної пам'яті на жорсткому диску, а також незначного об'єму оперативної пам'яті;
- 4 – існують електронні і звичайні підручники з використання програми Macromedia Flesh MX та інших версій цієї програми;
- 5 – непотрібно знати алгоритмічних мов програмування, щоб працювати із будь-якою версією програми Macromedia Flesh;

6 – порівняно швидко можна створити готовий об'єкт і, за допомогою внутрішніх ресурсів програми, змусити його рухатися. Важливим фактором на користь програми є можливість зміни і переробки готових результатів;

7 – у поєднанні із програмою програвачем готові ролики можна прокручувати на будь-якому персональному комп'ютері. Ще одна важлива функція програми полягає у можливості створення автономного exe файлу для якого не треба мати навіть програвача з метою демонстрації готових результатів.

Одною із головних переваг цієї програми є те, що за новими програмами вивчення основ інформатики у загальноосвітній середній школі включено вивчення програми Macromedia Flash. І те, що вивчення програми поставлено у п'ятому класі, говорить про простоту використання програми Macromedia Flash.

Наступні демонстраційні експерименти були змодельовані у версії програми Macromedia Flash MX. На нашу думку, описані демонстрації є основними в даній темі, хоча це далеко не всі демонстрації, які можна створити в даному програмному середовищі, опираючись на навчальний матеріал.

Досліди Резерфорда.

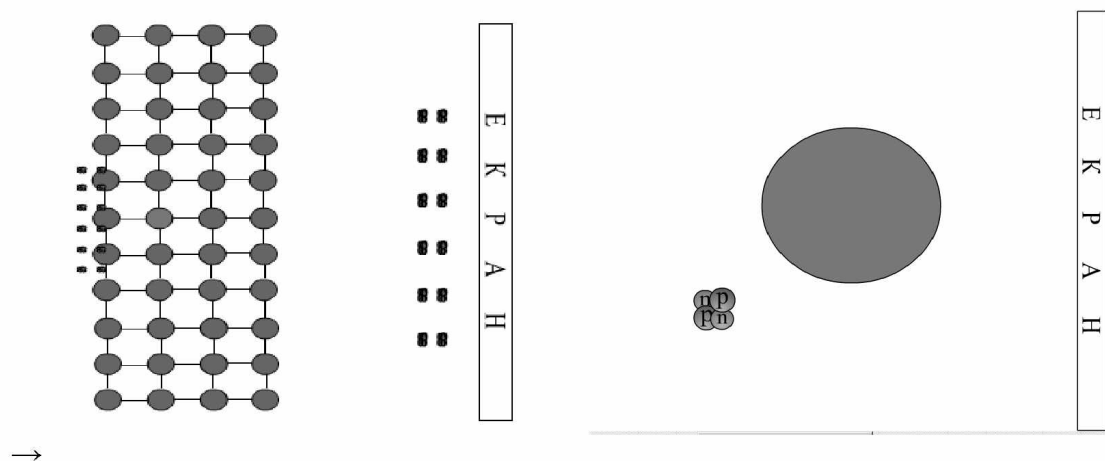


Рис. 1

Спочатку зображається бомбардування альфа-частинками золотої пластинки (рис.1). Потім те ж показується на одному атомі. Електронна оболонка не зображена у зв'язку з тим, щоб не загроможувати малюнок. Досліди Резерфорда наочно демонструють такий історично важливий факт, як перехід від моделі будови атома Томсона до теорії будови атома Резерфорда-Бора. Цей дослід дає можливість перейти від давно застарілих плакатів і схем до віртуальної діючої моделі.

Досліди Франка і Герца.

У даній демонстрації наочно показано зміст дослідів Франка і Герца.

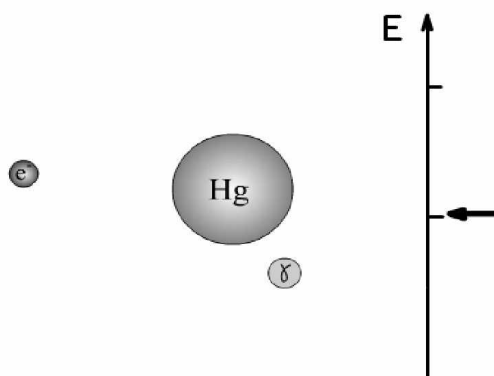


Рис. 2

Атоми ртуті бомбардуються електронами, енергія яких поступово збільшується (рис.2). Рівень кінетичної енергії електронів показує стрілочка на координатній прямій. Відсічками на прямій показана та енергія електрона, яку атом ртуті може поглинути, в інших випадках проходить пружне відбивання, при якому електрон не втрачає своєї кінетичної енергії. Після поглинання енергії електрона атом ртуті переходить на вищий енергетичний рівень, а потім через час $t=10^{-8}$ с, випромінюючи фотон, повертається у початковий стан.

Анігіляція частинок.

При вивченні теми про елементарні частинки вводиться нове поняття— анігіляція пари частинка-античастинка. Це є один із видів взаємоперетворень елементарних частинок у кванти поля. Термін анігіляція у перекладі з латинської мови означає перетворення у ніщо, зникнення. Пізніше виявилось, що такий термін невдалий, бо під час анігіляції пари чітко виконуються закони збереження, у тому числі і збереження матерії (матерія не знищується, а перетворюється із однієї форми у другу). Тому ми вважаємо, що слід вживати термін “анігіляція пари”. Анігіляції пар властива усім частинкам, у яких хоча б один фізичний заряд (лептонний, баріонний, електричний) не дорівнює нулю. Не анігілюють лише нейтральні частинки, у яких античастинки тотожні частинкам (фотон, нейтральний піон). Під час анігіляції частинка і античастинка перетворюються у кванти того поля, яке відповідає типу взаємодії між частинками: при електромагнітній — у фотони, при сильній — у піони, при слабкій — у бозони.

Анігіляція пари частинок у нашій програмі показана на прикладі протона і антипротона. При взаємодії цих частинок отримуються два фотони.

Мезонна теорія ядерних сил.

Формування поняття взаємоперетворення частинок переходить до уяви, що елементарні частинки постійно випромінюють і поглинають інші частинки у випадку нуклонів — мезонів. Ці частинки виступають у ролі переносника взаємодій. Так π -мезон, рухаючись із швидкістю $v \approx c$ встигає за час взаємодії відійти від центра нуклона на відстань порядку 10^{-15} м, після чого знову поглинається нуклоном.

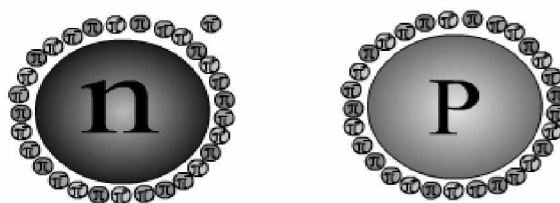


Рис.3

Дана демонстрація, на нашу думку, є основною у темі “Ядерна фізика”. Наочно показано зміст мезонної теорії ядерних сил. Протон і нейтрон у ядрі обмінюються π піоном (Рис.3), який є переносником сильної взаємодії, при цьому протон, випромінюючи π^- піон, перетворюється у нейтрон, а нейтрон поглинувши π^- піон перетворюється у протон.

Синтез речовини.

Поняття про синтез речовин доцільно почати вивчати із реакцій синтезу речовин, які проходять на Сонці при температурах 5-10 млн. К, 10-15 млн. К, 15-20 млн. К.

У даній демонстрації показано зміст синтезу гелію (водневий цикл) при температурі 5-10 млн. К (Рис.4). Результати демонстрацій можна використати як експериментальну задачу із такими завданнями:

1. Записати рівняння реакції $P+P \rightarrow D+e^++\nu_e$, $D+P \rightarrow {}^3\text{He}+\gamma$, ${}^3\text{He}+{}^3\text{He} \rightarrow {}^4\text{He}+2P$;
2. Знайти дефект мас;
3. Обчислити кількість енергії, яка виділилася (поглинулася) під час до синтезу.

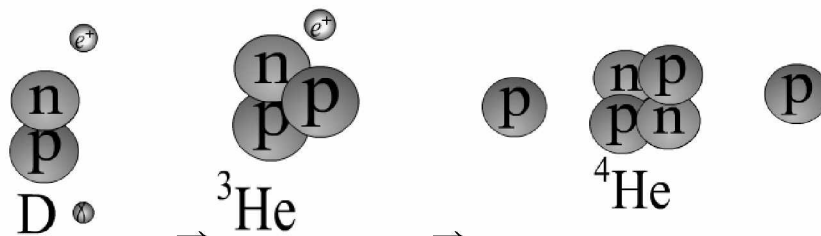


Рис.4

Фотоефект.

Взаємодіючи з електроном металу, фотон може обмінятися з ним енергією й імпульсом. Фотоефект виникає у випадку непружного зіткнення фотона з електроном. При такому зіткненні фотон поглинається, а його енергія передається електрону. Таким чином електрон отримує кінетичну енергію не поступово, а зразу. Енергія поглинутого фотона може витрачатись на відрив електрона від атома в середині металу. Відірваний електрон взаємодіятиме з іншими атомами металу, втрачаючи свою енергію, яка буде йти на нагрівання. Електрон, який вилітає з металу, матиме максимальну кінетичну енергію тоді, коли в середині атому він був вільним і при вилітанні з атому не витрачав енергії на тепло. Тоді: $m_e v^2/2 = h\nu - A$.

БІБЛІОГРАФІЯ.

1. Ахієзер О.І., Рекало М.П. Фізика елементарних частинок. Київ: Науова думка, 1978. — 224 с.
2. Богуш А.А. Очерки по истории физики микромира. — Мн.: Навука і техніка, 1990. — 221 с.
3. Кейн Г. Современная физика элементарных частиц: Пер.с англ. — М.: Мир, 1990. — 360 с.
4. Наумов А.И. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учеб. пособие для студентов пед. ин-тов по физ. специальности. — М.: Просвещение, 1984. — 384 с.
5. Перкинс Д. введение в физику высоких энергий: Пер.с англ. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 429 с., ил.
6. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі. — Кіровоград, 1998. — 302 с.
7. Садовий М. І. Становлення та розвиток фундаментальних ідей дискретності та неперервності у курсі фізики середньої школи. — Кіровоград: Грінд-Імідж, 2001. — 396 с.
8. Фейман Р., Лейтон Р., Сендс М. Феймановские лекции по физике/Пер. с англ. — М.: Мир, 1968.— Т.8. — 272с.
9. Калапуша Л.Р. Моделирование у вивченні фізики. — К.: Рад. шк., 1982.— С.43-78.
10. Биленький С.М. Ведение в диаграммы Феймана и физику электрослабого взаимодействия. — М.: Энергоатомиздат, 1990.— 327с.
11. Современная теория элементарных частиц: Сборник статей.—М.: Наука,1984.-С 120-144.
12. Вличко С.П., Костенко Л.Д. Вивчення основ квантової фізики: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. — Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2002. — 274 с.
13. Розв'язування навчальних задач з фізики: питання теорії і методики //С.У. Гончаренко, Є.В Коршак, А.І. Павленко, О.В. Сергєєв, В.І. Баштовий, Н.М. Коршак / За заг. ред. Є.В. Коршака. — К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2004. — 185с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Садовий Микола Ілліч — професор КДПУ ім. В.Винниченка, доктор педагогічних наук.

Наукові інтереси: дидактика фізики вищої і середньої школи.

Руденко Євгеній Володимирович — студент КДПУ ім. В.Винниченка.

Наукові інтереси: дидактика фізики вищої і середньої школи.